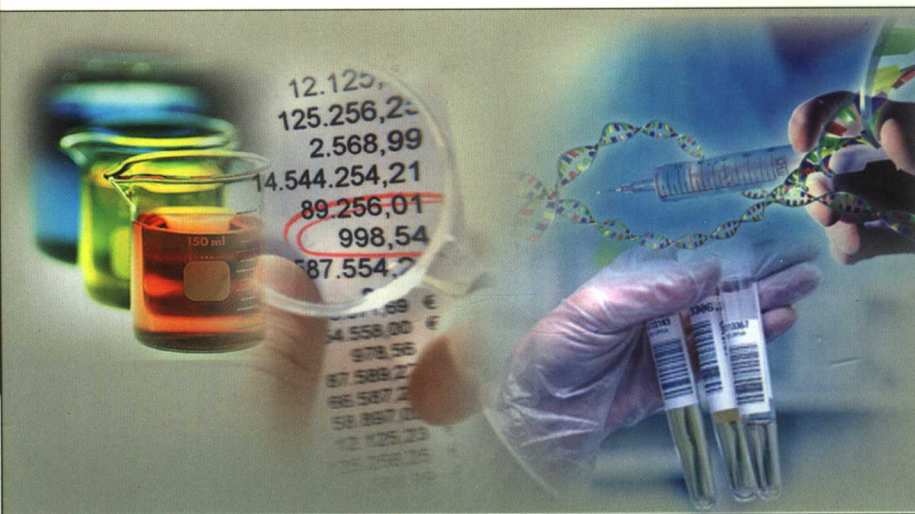


供卫生检验类专业用

全国高等医药教材建设研究会·卫生部规划教材
全国高等学校教材

水质 理化检验

主 编 张克荣
副主编 康维钧
张翼翔



全国高等医药教材建设研究会·卫生部规划教材

全国高等学校教材

供卫生检验类专业用

水质理化检验

主 编 张克荣

副主编 康维钧 张翼翔

编 者 (以姓氏笔画为序)

王 充 (中山大学)

陈云生 (南华大学)

孙成均 (四川大学)

陈红红 (广东药学院)

代兴碧 (重庆医科大学)

余 蓉 (四川省卫生管理干部学院)

吕 斌 (华中科技大学)

高 蓉 (南京医科大学)

张加玲 (山西医科大学)

崔 晞 (山东大学)

张克荣 (四川大学)

康维钧 (河北医科大学)

张翼翔 (内蒙古科技大学)

学术秘书 郑 波 (四川大学)

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

水质理化检验/张克荣主编. —北京:
人民卫生出版社, 2006. 7
ISBN 7-117-07791-3

I. 水… II. 张… III. 水质—卫生检验—高等学
校—教材 IV. R123. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 069519 号

本书本印次封底贴有防伪标, 请予识别。

水质理化检验

主 编: 张克荣
出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-67616688)
地 址: 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼
邮 编: 100078
网 址: <http://www.pmph.com>
E - mail: pmph@pmph.com
购书热线: 010-67605754 010-65264830
印 刷: 北京铭成印刷有限公司
经 销: 新华书店
开 本: 850×1168 1/16 印张: 14.75
字 数: 377 千字
版 次: 2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 版第 1 次印刷
标准书号: ISBN 7-117-07791-3/R·7792
定 价: 22.00 元

版权所有, 侵权必究, 打击盗版举报电话: 010-87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

全国高等学校卫生检验专业规划教材

出版说明

为了进一步促进卫生检验专业的人才培养和学科建设,以适应我国公共卫生建设和公共卫生人才培养的需要,全国高等医药教材建设研究会和卫生部教材办公室于2005年开始组织编写了国内第一套供卫生检验专业使用的规划教材。

该套教材由国内近20所开办卫生检验专业的医药卫生院校的一线专家参加编写,在编写过程中紧紧围绕该专业的培养目标;注重教材编写的“三基”(基本理论、基本知识、基本技能)、“五性”(思想性、科学性、先进性、启发性、适用性);强调卫生检验专业与预防医学专业及临床检验专业等相关教材的区别与联系;注重整套教材的整体优化与互补,旨在培养具备预防医学基本理论知识和卫生检验技能,能在疾病控制中心、环境卫生或食品卫生监测等机构工作的高级卫生检验人才。

该套教材共有10种,于2006年7月全部出版。

全国高等学校卫生检验专业规划教材

编写委员会

主任委员: 陈学敏 (华中科技大学)

副主任委员: 张朝武 (四川大学)

委员: 周宜开 (华中科技大学)

孙成均 (四川大学)

邹学贤 (昆明医学院)

陈大义 (四川省卫生管理
干部培训学院)

冀元棠 (安徽医科大学)

毋福海 (广东药学院)

王充 (中山大学)

孙长颢 (哈尔滨医科大学)

和彦苓 (内蒙古科技大学)

康维钧 (河北医科大学)

代兴碧 (重庆医科大学)

黎明兰 (吉林大学)

王志玉 (山东大学)

刘桂芬 (山西医科大学)

茅力 (南京医科大学)

陈廷 (济宁医学院)

邓学良 (南华大学)

全国高等学校卫生检验专业规划教材目录

1. 《食品理化检验》
主 编：黎源倩
副主编：孙长颢 叶蔚云 代兴碧
2. 《生物材料检验》
主 编：孙成均
副主编：冀元棠 王爱国
3. 《免疫学检验》
主 编：徐顺清 刘衡川
副主编：黎明兰 宋 宏
4. 《分析化学》
主 编：邹学贤
副主编：赵云斌 高希宝
5. 《病毒学检验》
主 编：李洪源 王志玉
副主编：裴晓芳
6. 《细菌学检验》
主 编：张朝武
副主编：唐 非 黄升海
7. 《水质理化检验》
主 编：张克荣
副主编：康维钧 张翼翔
8. 《空气理化检验》
主 编：吕昌银 毋福海
副主编：杜晓燕 刘 萍
9. 《临床与职业卫生检验》
主 编：牛 侨
副主编：吴永会 陈 锋 张春之
10. 《卫生检验检疫》
主 编：周宜开
副主编：张德纯 苏 虹

前 言

2004年12月,由卫生部教材办公室主持在成都召开了全国第一次卫生检验专业教材建设会议,确定了为卫生检验专业编写一套规划教材的任务。次年4月在武汉召开了第一次主编会议,详细讨论了这套教材的编写目标和出版计划。为顺利完成这次编写任务,《水质理化检验》编写组于2005年7月在湖南衡阳召开了第一次编委会,进一步学习了卫生部教材办公室制定的有关文件,加深了对教材思想性、科学性、先进性、启发性和适用性的认识,明确了教材建设应更好地适应新世纪的改革与发展和提高教学质量的需要。这次会议对《水质理化检验》的编写大纲进行了深入细致的讨论,确定了互审制度,对编写任务和进度作了统一安排。同年12月在广州召开了第二次编委会,会上对经过互审的修改稿分章进行了认真讨论并提出了中肯的修改意见,编写者根据修改意见修改后,再由我们统一编排定稿。

本书的前身为四川大学华西公共卫生学院卫生检验专业学生使用的自编讲义,其间经过两次修改和出版。在2000年版的基础上,参考国内外水质标准分析方法和有关科研论文,增添和扩展了近年发展起来的新检验项目和测定方法,既注意给学生提供必要的基础知识,又注意介绍新知识、新技术和学科发展,力求从理论上阐述实验原理和加强基本技能训练,提高学生分析问题和解决问题的能力。

全书共九章,第一章着重讲述了水质理化检验的作用和特点;第二章讨论了样品采集、保存和处理的一般原则;第三章至第七章介绍了各类水质理化检验项目的测定方法,省略了一般性操作步骤,增加了同一项目不同测定方法的比较,突出了测定方法的适用范围;第八章讲述了质量控制在水质理化检验中的应用以及推行规范分析方法和标准物质在我国的发展情况;第九章为课间实验,所选内容多从基本技能培训和实验效果方面考虑,希望通过这些实验,使学生具有良好的操作习惯和熟练的操作技能。每章均附有复习思考题,供学生复习和检查学习情况用。

本书不仅可供医药院校有关专业学生使用,也可供各级疾病预防控制中心检验人员、环境保护监测人员、厂矿企业环境保护分析人员等参考。

本书在编写过程中,得到了有关高等医药院校领导的大力支持,四川大学华西公共卫生学院卫生检验学教研室全体老师和历届卫生检验专业学生对本书提出了许多宝贵的修改意见,郑波博士精心为本书制作了电子图表,在此我们表示衷心感谢。本书参考了有关著作和学术论文,为节省篇幅未一一列出,我们向作者们致以衷心感谢并顺致歉意。

编者的学识水平和实践经验有限,书中可能有疏漏、不当乃至谬误之处,恳请读者斧正。

张克荣 康维钧 张翼翔

2006年1月

目 录

第一章 绪论	1
一、水资源及其分布	1
二、水污染及其危害	3
三、水质理化检验的任务和意义	6
四、水质理化检验方法	7
五、水质理化检验的结果表示	9
第二章 水样的采集、保存与处理	11
第一节 水样的采集与保存	11
一、水样的采集	11
二、水样的保存与运输管理	20
第二节 样品处理	21
一、方法的选择与评价	22
二、萃取技术	23
三、固相富集	25
四、共沉淀法	28
五、泡沫浮选法	29
六、气化分离	31
第三章 一般理化检验指标	35
第一节 水温	35
一、概述	35
二、测定方法	36
第二节 臭和味	37
一、概述	37
二、测定方法	37
第三节 色度	38
一、概述	38
二、测定方法	38
第四节 浑浊度	39
一、概述	39
二、测定方法	40
第五节 电导率和溶解性总固体	40
一、电导率	40
二、溶解性总固体	41

第六节 pH值	42
一、概述	42
二、测定方法	43
第七节 总硬度	44
一、概述	44
二、测定方法	45
第八节 酸度与碱度	45
一、酸度	45
二、碱度	46
第四章 无机污染指标	49
第一节 氟	49
一、概述	49
二、样品处理	50
三、测定方法	51
第二节 氰化物	55
一、概述	55
二、水样的采集和处理	56
三、测定方法	58
第三节 硫化物	60
一、概述	60
二、水样的采集和处理	61
三、测定方法	61
第四节 余氯	64
一、概述	64
二、测定方法	64
第五节 磷和磷酸盐	66
一、概述	66
二、样品处理	67
三、测定方法	68
第六节 高氯酸盐	69
一、概述	69
二、测定方法	70
第七节 铬	71
一、概述	71
二、测定方法	71
第八节 铁锰铜锌银	73
一、铁	73
二、锰	74
三、铜	75

四、锌	76
五、银	76
第九节 砷	77
一、概述	77
二、测定方法	78
第十节 铅	81
一、概述	81
二、测定方法	81
第十一节 镉	83
一、概述	83
二、测定方法	83
第十二节 汞	84
一、概述	84
二、样品保存与处理	85
三、测定方法	86
第十三节 形态分析简介	87
一、概述	87
二、形态分析方法	88
第五章 有机污染指标的测定	93
第一节 溶解氧	93
一、概述	93
二、测定方法	94
第二节 化学需氧量	96
一、概述	96
二、测定方法	97
第三节 生化需氧量	100
一、概述	100
二、测定方法	100
第四节 总有机碳	102
一、概述	102
二、测定方法	103
第五节 氨氮	103
一、概述	103
二、测定方法	104
第六节 亚硝酸盐氮	107
一、概述	107
二、测定方法	108
第七节 硝酸盐氮	109
一、概述	109

二、测定方法	109
第八节 挥发性酚类	112
一、概述	112
二、测定方法	112
第九节 阴离子表面活性剂	116
一、概述	116
二、测定方法	116
第十节 石油	118
一、概述	118
二、测定方法	119
第十一节 农药	122
一、概述	122
二、有机磷农药的测定	123
三、有机氯农药的测定	125
四、拟除虫菊酯类农药测定	126
第六章 生活用水和沉积物检验	130
第一节 饮用天然矿泉水检验	130
一、概述	130
二、饮用天然矿泉水界限指标及其检验	130
三、组分限量指标及检验	135
第二节 饮用纯净水检验	136
一、概述	136
二、相关指标的检验	136
第三节 游泳池水检验	137
一、概述	137
二、相关指标检验	137
第四节 与涉水产品有关的检验	138
一、小型水质处理器检验	138
二、饮用水化学处理剂检验	139
三、输配水设备及防护材料检验	139
第五节 氯化消毒副产物检验	140
一、氯化消毒副产物来源和分类	140
二、氯化消毒副产物检验的意义	141
三、三卤甲烷的测定	141
四、氯乙酸的测定	143
五、氯代酚的测定	144
六、卤代酮的测定	145
七、卤乙腈的测定	145
第六节 环境内分泌干扰物	146

一、概述	146
二、酞酸酯	146
三、烷基酚	147
第七节 沉积物检验	148
一、沉积物的形成	148
二、沉积物检验的目的及意义	149
三、沉积物样品的采集和保存	149
四、沉积物样品的制备	150
五、沉积物的分析	150
第七章 水质快速检验	152
第一节 水质快速检验的意义和方法特点	152
第二节 一般化学性状检验	153
一、pH 值	153
二、氨氮	153
三、亚硝酸盐氮	153
四、余氯	153
第三节 无机毒物的检验	154
一、砷、氰、汞、磷化锌检验	154
二、六价铬	158
三、重金属铅、钡	158
第四节 有机毒物	158
一、酚	158
二、生物碱	159
三、有机磷农药	159
四、有机氯农药	161
第八章 检验结果质量控制	163
第一节 实验室内部质量控制	163
一、质量控制的基本条件	163
二、方法的选择与评价	163
三、实验室分析质量控制程序	170
第二节 实验室间质量控制	170
一、实验室间质量控制的基本程序	171
二、实验室误差测定	171
第三节 标准分析方法和标准物质	172
一、标准分析方法	172
二、标准物质	173
第九章 水质理化检验实验	175
实验一 Na_2EDTA 配位滴定法测定自来水总硬度	175

实验二 酸碱滴定法测定自来水碱度	177
实验三 火焰原子吸收法测定自来水中钙和镁	178
实验四 碘量法测定水中溶解氧	180
实验五 酸性高锰酸钾法测定水中化学需氧量	182
实验六 稀释培养法测定水中生化需氧量	184
实验七 4-氨基安替比林光度法测定水中挥发性酚类	185
实验八 亚甲蓝分光光度法测定自来水中阴离子表面活性剂	188
实验九 异烟酸-巴比妥酸分光光度法测定水中氰化物	189
实验十 亚甲蓝分光光度法测定水中硫化物	191
实验十一 示波极谱法测定水中硫化物	192
实验十二 水中总铬和六价铬的测定(考查)	193
实验十三 火焰原子吸收法测定水中银	194
实验十四 石墨炉原子吸收法测定水中铅	195
实验十五 冷原子吸收法测定沉积物中汞	196
实验十六 火焰原子吸收法测定矿泉水中锶	199
实验十七 饮用水水质快速检验	200
实验十八 气相色谱法测定水中二氯乙酸和三氯乙酸	202
实验十九 游泳池水中尿素的测定	203
实验二十 高效液相色谱法测定水中五种邻苯二甲酸酯	204
实验二十一 生活饮用水毒理学指标检验方法设计与评价	205
英中文名词对照	208
附录	211
附录 1 水样保存和容器的洗涤	211
附录 2.1 地表水环境质量标准基本项目标准限值 (mg/L) GB3838-2002	213
附录 2.2 集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值 (mg/L) GB3838-2002	213
附录 2.3 集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值 (mg/L) GB3838-2002	214
附录 3 生活饮用水水源水质分级标准限值	215
附录 4 饮用净水水质标准 CJ 94-1999	216
附录 5 瓶装饮用纯净水卫生标准 GB17324-1998	217
附录 6 饮用天然矿泉水 GB 8537-1995	217
附录 7.1 生活饮用水卫生规范(2001)常规检验项目	218
附录 7.2 生活饮用水卫生规范(2001)非常规检验项目	220
附录 8 其他国家和地区生活饮用水卫生标准 (mg/L)	221
参考文献	224

第一章

绪 论

一、水资源及其分布

1. 水的分布 水是地球上较丰富的物质,主要分布在地球表层。地球表层的水体称为水圈,主要包括海洋、河流、湖泊、沼泽、土壤水、地下水、冰川、大气水等。据估计,全球的水总储量约为 $13.8 \times 10^9 \text{ km}^3$,其中 97.22% 为海水,2.78% 为淡水;淡水中 77.2% 为冰川,22.4% 为地下水、土壤水,而河流、湖泊等仅为 0.36%。表 1-1 给出了地球上淡水的分布情况。

表 1-1 地球上的淡水分布(Christopherson RW,1997)

分布点	体积(km^3)	占淡水%	占总水量%
地表水			
冰盖和冰川	29 180 000	77.14	2.146
淡水湖泊	125 000	0.33	0.009
咸水湖和内陆海	104 000	0.28	0.008
大气	13 000	0.03	0.001
河流	1 250	0.003	0.0001
地表水总量	29 423 250	77.78	2.164
地下水			
地面~地下 762m	4 170 000	11.02	0.306
地下 762m~3962m	4 170 000	11.02	0.306
土壤水	67 000	0.18	0.005
地下水总量	8 407 000	22.22	0.617
淡水总量(以整数计)	37 800 000	100.00	2.78

尽管地球表面水的总储量很大,但由于受存在形式和其中杂质含量的影响,绝大部分水目前还不能作为资源直接应用,如占水总储量 97.22% 的海水和占淡水总储量 88.44% 的分布在两极冰川与雪盖、高山冰川以及永久冻土层和深层地下水。因此,近期仍将水资源界定为全球水量中对人类生存、发展可用的水量,主要指逐年可以达到更新的淡水资源。

无论在地区分布方面,还是在人均占有量上,全球淡水资源的分布极不平衡。例如,巴西、俄

罗斯、加拿大、中国、美国、印度尼西亚、印度、哥伦比亚和刚果等 9 个国家就占有世界淡水资源的 60%，其中加拿大人均占有量最高，达 $121.93 \times 10^3 \text{m}^3/\text{年}$ ，是人均占有量最少国家马耳他的 1 700 多倍。约占世界人口总数 40% 的 80 个国家和地区严重缺水，目前全球 80 多个国家的约 15 亿人口面临淡水不足，其中 26 个国家的 3 亿人口完全生活在缺水状态，更严重的是预计到 2025 年，全世界将有 30 亿人口缺水。尽管中国水资源总量居世界第六位，但仍然是一个水资源短缺的国家，人均水资源占有量仅为 $2\,500 \text{m}^3$ ，约为世界人均水量的 1/4，居世界第 110 位，已经被联合国列为 13 个贫水国家之一(表 1-2)。中国水资源形势相当严峻，根据 2004 年中国水资源公报资料，中国水资源总量为 $24\,130 \times 10^8 \text{m}^3$ ，其中地表水资源量 $23\,126 \times 10^8 \text{m}^3$ ，地下水资源量 $7\,436 \times 10^8 \text{m}^3$ ，后者大部分与地表水资源量重复，不重复的只有 $1\,004 \times 10^8 \text{m}^3$ 。全国总供水量 $5\,548 \times 10^8 \text{m}^3$ ，占当年水资源总量的 23%，其中地表水源供水量占 81.2%，地下水源供水量占 18.5%，其他水源供水量占 0.3%。全国总用水量 $5\,548 \times 10^8 \text{m}^3$ ，其中生活用水占 11.7%，工业用水占 22.2%，农业用水占 64.6%，生态用水(仅包括人为措施供给的城镇环境用水和部分河湖、湿地补水)占 1.5%。

表 1-2 26 个国家总水量($\text{km}^3/\text{年}$)与人均水量($10^3 \text{m}^3/\text{年}$)比较

富水国家	总水量	人均水量	贫水国家	总水量	人均水量
加拿大	3 122	121.93	马耳他	0.025	0.07
巴拿马	144	66.06	利比亚	0.7	0.19
尼加拉瓜	175	53.48	巴巴多斯	0.053	0.20
巴西	5 191	38.28	阿曼	0.66	0.54
厄瓜多尔	314	33.48	肯尼亚	14.8	0.72
马来西亚	456	29.32	埃及	56	1.20
瑞典	183	2.11	比利时	12.6	1.27
喀麦隆	208	21.41	南非	50	1.54
芬兰	104	21.33	波兰	58.8	1.57
前苏联	4 714	16.93	海地	11	1.67
印度尼西亚	2 811	15.34	秘鲁	40	2.03
澳大利亚	90	12.02	印度	1 850	2.43
美国	2 970	10.34	中国	2 680	2.52

2. 水的特点及其对人类的作用 水是生命之源，是万物生存的基础，是人类生活和发展生产的必备条件。它除了能同时以固体、液体和气体三种形式存在于自然界外，还具有流动性、不可替代性、可更新性、时空分布不均匀性和商品性等诸多特点。

据称人体有 70% 由水组成，水在机体中的作用包括吸收和输送养分、排出废物、调节体温和维持机体养分平衡等。人需要一定量水以维持机体平衡，一个人日平均需水量至少为 2.5L，这些水主要通过饮水和食物摄入。当一个人体内水量比维持平衡的水量减少 1%~2% (0.5~1.0L) 会感到口渴，减少 5% (2~5L) 时，轻则发生皮肤皱折，重则神志不清，减少 14%~15%

(7~8L)就会死亡。

水在人类生产活动中也极其重要,无论是工业生产还是农业或渔业生产都离不开水。

3. 水的循环 水循环是指地球上的水连续不断变换地理位置和物理形态的运动过程。地表上的水可经地面径流从一处迁移到另一处,地下水则可经潜流而发生迁移。地表水蒸发后在大气中形成云,在一定条件下又以雨、雾、雪等形式降落下来。水在自然界中这种周而复始、永无休止的运动称为水的自然循环。水是人类生存的基础,是人类生活中必不可少的物质,人们从水源中将水取出,加以利用后又排放到各种水体中,水的这种运动称为水的社会循环。经过上述两种循环后水中溶入一些杂质,其中包括自然界各种地球化学和生物过程的产物,也包括人类生活和生产的各种废弃物。

4. 水及水环境组成 自然界没有纯净的水,天然水实际上是水溶液,是水及其中所含杂质的总称。天然水的组成变化极大,其主要区别在于杂质的含量和种类。一般天然淡水含有三类物质:①溶解性物质,主要为矿物盐类和某些气体;②胶体物质,如硅酸胶体、腐殖质等;③悬浮颗粒物,如粘土、砂、细菌、藻类和原生动物。

通常所说的水环境是指在常态下呈液体的各种水体,严格说来这只是水环境的一部分,水环境既包括整个水圈,又包括生存于水中的生物群落,还包括与各种水体共存的底泥。目前对水环境中污染物的监测多限于水层,而对底泥或生物群落的监测较少。

5. 水资源种类及其卫生学特征 中国是一个以地表水为主要水资源的国家,为了更好地保护水资源,我国依据地表水水域使用目的和保护目标将其划分为五类:①Ⅰ类,主要适用于源头水和国家自然保护区;②Ⅱ类,主要适用于集中式生活饮用水水源地一级保护区,珍贵鱼类保护区和鱼虾产卵场等;③Ⅲ类,主要适用于集中式生活饮用水水源地二级保护区,一般鱼类保护区及游泳区;④Ⅳ类,主要适用于一般工业用水区及人体非直接接触的娱乐用水区;⑤Ⅴ类,主要适用于农业用水区及一般景观要求水域。

二、水污染及其危害

1. 水污染概况 水体因某种物质的介入,而导致其化学、物理、生物或者放射性等方面特征的改变,从而影响水的有效利用,危害人体健康,破坏生态环境,造成水质恶化的现象,称为水污染。

20世纪50年代以来,人口的急剧增长和工业的迅猛发展,使水污染情况一度曾相当惊人,有不少国家的河流、湖泊和海湾出现了污染,有的甚至还发展成了严重污染。据初步统计,全世界每天约有200吨垃圾倒进河流、湖泊、小溪等各种水体,世界上每年排入水环境的各种废水和污水已达 $6\,000 \times 10^8 \text{ m}^3$,造成了 $5.5 \times 10^8 \text{ m}^3$ 水体的污染,也就是说全世界约有1/3的淡水受到污染。美国的污水年排放量达 $1\,500 \times 10^8 \text{ m}^3$,境内52条河流曾受到不同程度的污染,有的河流污染面积高达90%。欧洲和日本的情况与美国的情况很相似,如荷兰的阿姆斯特丹河、意大利的威尼斯河曾为生活污水所污染,一段时间竟成了污水河。发生在日本并引起世人瞩目的水俣病、骨痛病都是由环境污染造成的。我国的情况也令人担忧,监测资料表明,我国的地表水普遍受到污染,尽管我国政府高度重视水污染的治理,但水污染状况尚未得到根本改善。2004年中国环境公报公布的数据显示在评价的130 000km河流中,全年期水质为Ⅰ类水的河长仅占6.3%,Ⅱ类水河长占27.2%,Ⅲ类水河长占25.9%,Ⅳ类水河长占12.8%,Ⅴ类水河长占6.0%,劣Ⅴ类水河长占21.8%,全年符合和优于Ⅲ类水的河长占总评价河长的59.4%。在评价

的 50 个湖泊中,水质符合和优于Ⅲ类水的有 18 个,部分水体受到污染的 13 个,水污染严重的 19 个。在评价的 322 座水库中,水质优于和符合Ⅲ类水的有 265 座,占评价水库总数的 82.3%;水质未达到Ⅲ类水的水库有 57 座,占评价水库总数的 17.7%,其中水质为劣Ⅴ类水的水库有 14 座。2004 年全国废(污)水排放总量 $693 \times 10^8 \text{ m}^3$,其中工业废(污)水占 2/3,第三产业和城镇居民生活污水占 1/3。若以平均每升废(污)水可污染 8L 淡水计,这些废(污)水将使我国约 23% 的地表水资源受到污染。目前我国对废(污)水的治理仍处于较低水平,据有关资料显示,我国仍有 10% 的工业废水超标排放,除大型企业处理厂的处理工艺较为先进外,多数中小企业的废水处理设施还处于较为落后的水平。城市生活污水处理率不到 30%,多数县城和几乎所有的乡镇污水未经处理就直接排放,凡此种均可造成各种水环境的污染。

2. 水污染的危害 水环境受污染后可造成一系列危害。

(1) 危害人体健康:与水有关的疾病有三类,其中有两类是由水污染造成的。一类是水中含有某些病原微生物,引起疾病特别是传染病的蔓延,这主要由人们直接饮用含病菌、病毒或寄生虫的水造成的。霍乱、伤寒、痢疾等都是由水传播的肠道疾病。早在 19 世纪末和 20 世纪初,英国、德国、美国和前苏联就曾经发生过,至今仍有一些地区发生,威胁着人们的健康和生命。还有一些寄生虫,如常见的阿米巴原虫、麦地拉丝虫、蛔虫、鞭虫、血吸虫等都是直接或间接通过水传播的。当人们接触污染水体,如在污染的河流或池塘中沐浴、洗菜、洗衣等时,一些寄生虫侵入人的皮肤或黏膜而使人患病,我国南方的血吸虫病就是这样蔓延和传播的。另一类是水中含的有毒有害物质造成急慢性中毒。氰化物、有机磷农药、砷、铅、汞等污染物在水中的含量超过一定限度时,人们饮用了这种水就会发生中毒事故。急性中毒事故往往比较罕见,更多的是慢性中毒。慢性中毒是指人们长期饮用被污染的水、食用被污染的水产品或农作物而引起的各种慢性中毒性疾病。这类危害对人类的威胁更大,因为慢性中毒往往需要经过较长时间才能显示出中毒症状,一般不易为人们所重视,一经发现,已中毒较深,往往愈后不良。

(2) 影响工农业和水产业的发展:不同工业生产对水质有不同要求。例如,用于制革工业的水应是不含腐烂微生物和霉菌的软水;用于纺织工业的水要求硬度低,如硬度过大,可造成织物粗糙,染色困难;用于淀粉工业的水应不含杂草、树叶、水草等。一般天然水是不能直接用于工业生产的,更不用说污染了的水。污染水会造成工业产品质量下降,增加水净化工艺和生产成本,严重时还会造成生产事故。

农业用水主要是灌溉用水。随着水体污染,很多地区都用污染了的天然水灌溉农田,为了缓和用水矛盾,有些地区甚至直接用污水灌溉。虽然有些污水中可能含有一些植物所需的养料,但也含有毒物,这些毒物既可能危害作物生长,也可能使作物受到污染。长期用污水灌溉,即使该污水中有毒有害物质含量很低,也会造成土壤污染,从而污染作物,严重时会使作物丧失食用价值。

水是水生生物的介质,其化学成分直接影响着生物的生存和发展。当水域突然受到严重污染时,会引起鱼贝类的突然大量死亡。例如,美国最严重一次污染造成鱼的死亡数达 800 万条。酸、碱、重金属和氰、酚、农药等剧毒物质污染了水体,有机物分解消耗了水中溶解氧造成缺氧,悬浮物或油粘附在鱼腮上等都是造成鱼类死亡的原因。大量鱼贝类突然死亡必然会影响渔业生产。此外,鱼贝类因嫌忌污水而逃离,造成鱼类栖息密度下降,洄游鱼类的洄游河流中有严重污染时,可切断鱼类的洄游路线,影响鱼类的繁殖,天长日久会导致渔场价值降低或丧失生产力。污染严重的水可影响鱼贝类的生理活动,使其生长发育不良或畸形,从而直接影响鱼类产量,给渔业生产带来损失。

(3)破坏生态平衡:水中生物种类很多,既有水草、藻类等绿色植物,又有鱼类等一些比较高级的动物,这些生物在水体内既互相依赖又互相制约。各种类型生物之间及其与水环境之间形成一个既矛盾又统一的自然生态体系。在天然条件下,某特定水体中生物群落的组成结构具有相应的模式,生物与生物之间,生物与环境之间的物质循环和能量交换,也有相应的平衡关系。

水域生态平衡关系不是一成不变的,总是处于由不平衡到平衡,又再到不平衡的动态变化过程中,任何自然的、人为的原因都会打破原有的平衡,生态系统通过内部调节又重新建立新的平衡。在天然条件下,这种变化十分缓慢,不易为人们所察觉,人类活动的影响可能会加速变化过程,从而产生种种不良影响。例如,营养盐类本是水生生物生长发育各个阶段所必需的养料,如果养分不足,显然会影响生物的生长,加入适量营养盐类可促进生物繁殖,但如果养分太多,又会引起水草、藻类和有色素的动物以及一些微生物的大量繁殖,大量消耗水中的溶解氧,给鱼类等高等生物带来威胁。

不恰当的人类活动会破坏自然生态平衡。人类活动可向水体排放大量对生物有害的物质,虽然有些物质天然水体中早已存在,但水污染会提高其含量水平,有的则是原来水体中根本就不存在的物质,从而增加了化学物质种类,致使水质恶化。

3. 水污染物和水污染源 凡能造成水体的水质、生物、沉积物质量恶化的物质或能量,都可称为水体污染物。从不同的角度可将水体污染物分成不同的类型:根据性质可分成物理污染物、化学污染物和生物污染物,根据状态可分成气态、液态和固态污染物,根据形态可分成离子、分子、溶解态和颗粒态污染物,根据污染来源又可分成工业、农业、商业和生活污染物。根据性质及控制方式我国又将其分成一类和二类污染物。根据毒性、生物降解可能性以及在水体中出现概率等因素,提出了优先控制污染物(preferred controlled pollutant)概念,美国环保局1977年从7万种有机化合物及其他污染物中筛选出65类129种优先控制的污染物。1989年4月中国环保局提出了适合我国国情的“水中优先控制污染物”名单,包括14类68种有毒化学污染物。被列为优先控制污染物具有以下共同特点:①均具有毒性,与人体健康密切相关,对环境和人体健康的危害具有不可逆性;②生物降解困难,在环境中具有长效性;③在水中含量低,多为 $\mu\text{g/L}$ 乃至 ng/L 水平。

凡向水体排放或释放污染物的来源和场所,称为水体污染源。污染源的类型很多,总的说来,可分成自然污染源和人为污染源两大类。从环境保护出发,人为污染源是主要的,绝大部分危害严重的污染物都是人类社会活动产生的。

不同污染源有各自的一些特点,下面择其主要的作简短介绍。

(1)生活污水:生活污水主要来自人口集中的城市。随着人口城市化,生活污水量越来越大,它已成为一个十分重要的水体污染源。生活污水中主要成分为水,通常水 $>99\%$,固体物质 $<1\%$ 。污染物多为无毒的无机盐、需氧有机物、病原微生物和洗涤剂。其氮、磷、硫含量高,在厌氧细菌作用下易产生硫化氢、硫醇、粪臭素等恶臭物质而发生阴沟臭。生活污水的水质成分呈有规律的日变化,用水量呈有规律的季节变化。

(2)工业废水:工业废水是目前水体污染的主要污染源之一。由于工业发展迅速,工业废水量已达到或超过了生活污水量。工业废水在水质和水量上因工业种类、产品品种、工艺过程、原材料种类和管理方式等不同而有很大差异,其显著特点是量大、面广、成分复杂、毒物种类多、毒性大、含量变化大、不易净化、处理难等。

(3)农业污水:农业污水包括农业牲畜粪便、污水、污物,农药和化肥,用于灌溉的城市污水和